四元體稻之胚囊及花粉粒發生之研究

張文財　謝順景

一、引　　言

稻胚囊發生之過程最初由桑田（1910）及明峯(1914)等觀察。其後，寺田（1928），楊立炯（1947）等亦曾作同樣的研究。據其研究結果，稻胚囊之發生與其他各種禾本科植物比較時，並未發現有特異的現象。

在不稔稻中往往可看到各種異常胚囊之發生，而此種胚囊之異常造成稻不稔現象的一大原因。例如在血統較遠的兩種稻品種間之雜種中，可看到胚囊之退化與其不稔率成正比例的現象。此類退化現象概於正常減數分裂以後發生，故在成熟期往往可看出各種不同程度之異常胚囊（寺尾及水島1913，岡，未發表）。

四元體稻雖因其原品種之不同而稍有差異，但就一般而言，呈甚顯著的不稔性者居多。此種不稔性之原因，均被認爲是基於形成多價染色體時所引起的異常分裂所致。但其不稔性之原因，能否單如此解釋尙屬疑問。在探知此種不稔性原因之前，吾人應事先調査胚囊發生的過程。四元體稻胚囊發生之概況已由盛永及福島（1937）等觀察。據其研究結果，四元體稻之胚囊，在減數分裂後之各種不同時期，發生不同程度的異常現象，但對其異常形態的發生時期以及其性質等尙有多數不明之處。

爲追求前人之觀察結果，並進一步認識胚囊異常之性質，筆者等利用由不同品種所育成的同源四元體稻之若干系統及其間之雜種，調査其胚囊發生之情形。同時利用同樣材料對於花粉發生的過程亦曾作簡單的觀察，以作考察四元體稻不稔性原因之參考。

本研究自1950年５月至1951年４月之間，於臺灣省立農學院稻作研究室舉行，其間承蒙岡彥一教授供給材料，誠懇的指導並校閱，謹此敬致謝忱。

二、材料及方法

本研究所用四元體稻之各系統，係岡教授將其蒐集自東南亞各地的品種中，用秋水仙精法（在幼芽之第一中莖以 Colchicine Lanolin Paste 處理)所育成的同源四元體（Auto-tetraploid）。此等四元體稻雖因系統而不同，但其結實率概爲低。此等四元體間的第一代雜種亦曾用爲材料，茲將四元體稻各系統及雜種之原品種名稱，產地，性狀，世代數等示於第一表。

第一表（a）　四元體稻各系統及雜種之原品種名稱產地，世代數等。

Table 1. Original varieties, native places and general characters of auto-tetrapliod rice strains and their hybrids

四元體品種 Auto-tetraploid strains	原品種名 Original varieties	產地 Native places	品種群 Group of strains	世代數 Num. of generations	播種－抽穗期 Dates of sowing and heading	結實率 Fertility	固定年月日 Dates of fixation
J108 3-2-1-2-1-4	白殼	臺灣	大陸型	7	1,21 ～ 5,18 1950	15%	5,17 1950
O521 ld-2-2	吉神	日本	溫帶島型	3	7,31 ～ 9, 8 1950	18%	11,17 1950
O521 ld-2-3	〃	〃	〃	3	〃	25%	〃

第一表 (b)

四元體雜種 Tetraploid hybrids	原品種名 Original varieties	產地 Native places	交配時期 Date of crossing	世代數 Num. of generation	結實率 Fertility	F₁正常花粉率 Percentage of normal pollens in F_1 hybrids	播種－抽穗 Dates of sowing and heading	固定年月日 Dates of fixation
P414 4a-4-2-12-6 × P724 lab-1-1-2	P.T.B.10 / 昆明節莞	印度 / 雲南	5,13 1949	F_1	23%		7,13- 9,17 1947	9,22 1950
O521 ld-2-4 × R1 la-2	吉神 / 70 a sôm câu	日本 / 中南半島	9,10 1949	F_1	56%	92%	1,22- 5, 7 1950	9,30 10,11 1950
J108 3-2-1-3-1-4 × Q325 lc-1 F 3 23-1	白殼 / Kaniranga	臺灣 / Indonesia		F_3	17－51% (F_1=36%)	78%	7,12-10,15 1950	10,29 1950

將栽培於省立農學院試驗田的上記四元體稻各系統用 Bouin 氏液固定其花粉母細胞。以石蠟埋積法(Paraffin method)作成20μ厚之切片，然後，用 Heidenhain's Iron-alum Haematoxylin 法染色。

三、觀察結果

(1) 大胞子 (Megaspore) 之形成

今將花粉母細胞分裂後所形成的小胞子(Microspore)各時期與胚囊母細胞分裂時之關係示於第二表。

第二表 花粉母細胞與胚囊母細胞之關係

Table 2. Relation between pollen mother cell and embryosac mother cell

		花粉母細胞 Pollen mother cells						
		肥厚期 Diakinesis	第一中期 1st metaphase	第二終期 2nd Anaphase	二分子 Dyad	四分子 Tetrad	小胞子 Microspore	收縮期 Contracting stage
胚囊母細胞 Embryosac mothor cells	休止期 Resting stage	1			1	7		1
	肥厚期 Diakinesis				2	2	2	1

胚囊母細胞 Embryosac mother cells	第一中期 1st metaphase				1	2		
	第二分裂 2nd division							
	四分子 Tetrad					1	1	
	一核期 1-nucleus stage			1	1	1		39
	二核期 2-nucleus stage							3

由第二表可知，大胞子之形成期，一般有較小胞子遲緩的傾向。胚囊母細胞之大小最初與心皮細胞大致相同，而兩者之間頗難於區別，但減數分裂開始之前，胚囊母細胞略增大爲兩倍，此時容易與心皮細胞區別。

胚囊母細胞減數分裂的一般過程概爲正常。雖未能詳細觀察其染色體行爲，但亦可認出與花粉母細胞同樣的多價接合之現象（謝順景1953）。

胚囊母細胞第2分裂之22例中1例是在第2分裂後，所形成的2個胞子（Megasporocytes）之退化痕跡。又在雜種第3代(J108 3-2-1-3-4×Q325 lc-1 F_3)之9例胚囊母細胞中有一例在一個子房內形成2個胚珠（fig.8），其中1個因發育不充分形狀較小。據劉禮章氏（未發表）之研究結果，該系統時常發生多數子房等之畸型現象，故上述現象亦可認爲畸型。

(2) 胚囊之形成 (Embryosac formation)

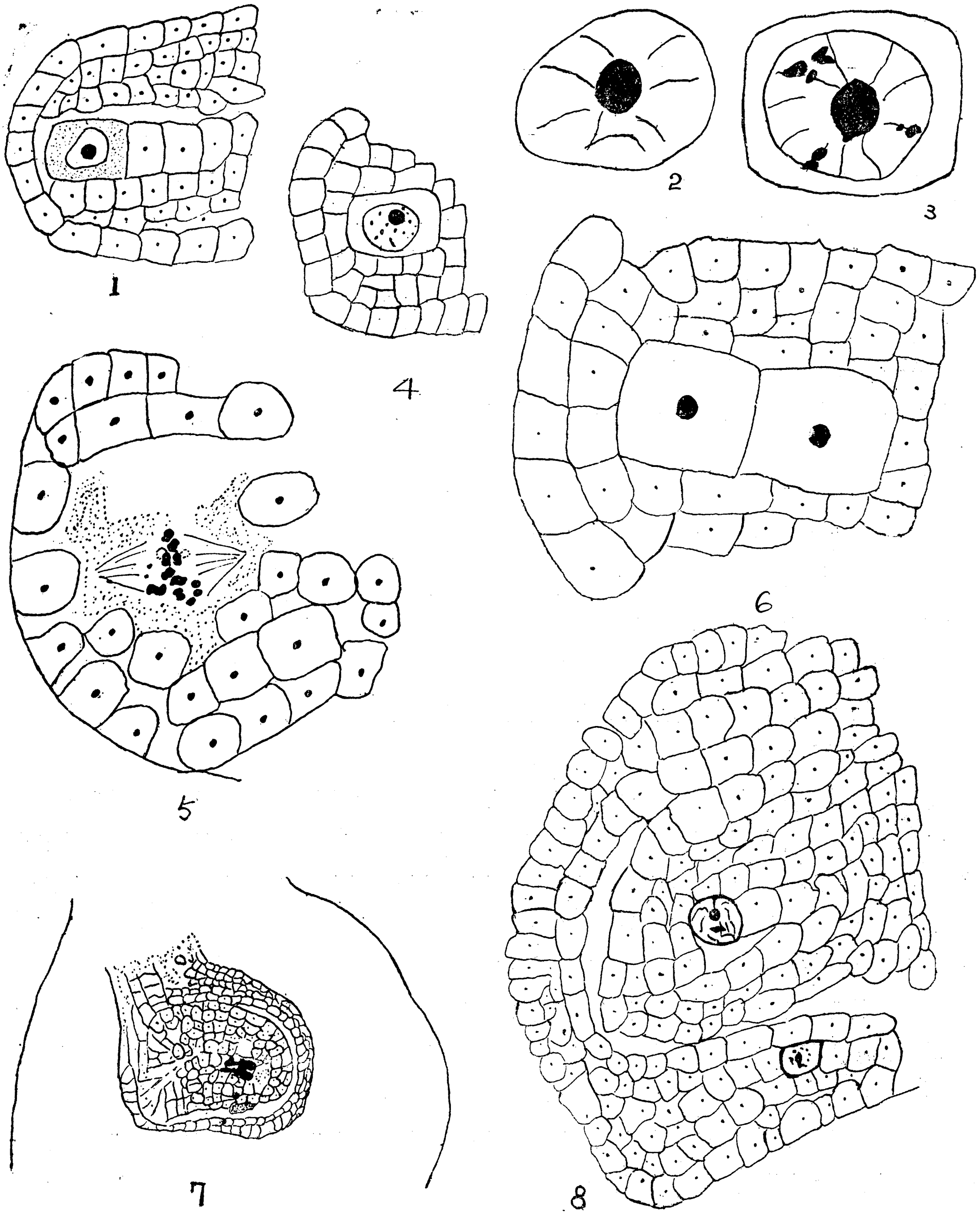
四元體稻亦與二元體稻同樣，形成四分子之後，可看出，除最內部一個胞子(將形成胚囊者)外，其餘三胞子均起退化之現象。此種退化現象從靠近珠孔之胞子開始，然後順次漸及於內部(fig. 9)。最內部的胞子(Megaspore)以後逐次長大而在原形質內現出明顯的空胞。此時可看出三胞子的退化痕跡。在此期53例中4例呈異常狀態，其中3例之四分子完全退化而呈黑色帶狀之痕跡（fig. 10），另一例係呈異常現象的剩留胞子（fig. 11）。

一核之正常胚囊母細胞復起分裂而形成二核期（fig. 12）。Fig. 13 表示初期的二核期，可明顯地認出其三胞子之退化痕跡。此期，二核間之距離漸次變大，同時在其周圍形成空隙（fig. 12）。在9例二核期中，細胞核呈相靠不離之狀態而表示退化之跡象者有2例。

正常胚囊之二細胞核各再分裂而形成四核期（fig. 15），在此期略可看出胚囊之空隙。因此期的材料不多，未能發現異常的胚裂。

正常胚囊之四核又各再繼續分裂而形成八核期，此等八個核分化而形成如卵，輔助細胞，極核，反足細胞等之各器官，以完成整個胚囊之構成。Fig. 16 表示八核中之二核開始形成極核者。反足細胞仍再行分裂而生出多數之核，但其數目並無一定（fig. 17）。

在2例成熟胚囊中，28例呈異常，其形態將詳述於後節。茲將各期胚囊之異常頻度列於第三表。



Figs. 1-8 胚囊母細胞之分裂情形
The division of embryosac mother cells

fig.1. 減數分裂前的胚囊母細胞J108-3-2-1-2-3-1-4
Embryosac mother cell before meiosis
Ca. ×1000

fig.3. 較早的肥厚期 J108-32-1-2-3-1-4
Early diakinesis stage

fig 5. 第一中期，表示9 III +5 II +2 I 之染色體接合型 J1o8-3-2-1-2-3-1-4
Ist metaphare showing chromosome pairing type of 9 III +5 II +2 I. Ca. × 1000

fig.7. 2分子期退化的胚囊母細胞 J108×Q325 23
Degenerated embryosac mother cell at dyad stage. Ca. ×300

fig.2. 細絲期 J108-3-2-1-2-3-1-4
Pachyten stage of embryosac mother cell

fig.4. 肥厚期 J108×Q325 23
Diakinesis stage

fig.6. 第一分裂後所形成的2個胞子
J108×O325 23
Two megaspores formed after the lst division. Ca. ×1000

fig.8. 一個子房內有二個胚珠其中一個發育不完全
J108×Q325 23
One ovary cantaining two ovules
Ca. ×1000

第三表　各期胚囊異常之頻度

Table 3. Frequency of degenerated embryosac at various stages

品系 Strains ＼ 時期 Stages ＼ 正常或異常 Normal or abnormal	減數分裂中 at meiosis		四分子 tetrad stage		一核期 1-nucleus stage		二核期 2-nucleus stage		四核期 4-nucleus stage		八核期 8-nucleus stage		成熟期 matured stage		總計 Total	不明 obscurity
	正常 norml	異常 abnormal	正常 norml	異常 abnormal	正常 norml	異常 abnormal	正常 norml	異常 abnormal	正常 norml	異常 abnormal	正常 norml	異常 abnormal	正常 norml	異常 abnormal		
J 108 3-2-1-2-3-1-4	7		1		6	1	1							3	19	2
O 521 ld-2-2											4		29	8	41	18
O 521 ld-2-3					6	2	3	2	2		1		15	17	48	6
P414 × P124	7				3										10	3
O521 × R1	4				34	1	3								42	8
J 103 × O 335	2	2	3												7	2
計 Total	20	2	4		49	4	7	2	2		5		44	28	167	39

由第三表可知，胚囊之異常，除極少數在減數分裂中發生外，大部分於四分子中，靠近珠孔之三分子起退化之時期以後發生。此時胚囊異常之頻度有漸增的傾向。二、四、八核各期異常之頻度較低。此現象因原則上此種分裂祇限發生於正常胚囊之故。若在此等期有發生異常之情事時，其核卽停止分裂。若觀察此期時，可將其核之數目當作前一期，但在此所起之退化痕跡，可能於成熟胚囊中認得出。

今將胚囊各期胚珠長度之測定結果示於第四表。

第四表　各時期胚囊的胚珠長度

Table 4. Length of ovules in embryosac at various stages

胚珠長度 Lth. of Ovules ＼ 時期 Stages ＼ 正常或異常 Normal or abnormal	分裂前 pre-division		分裂中 at divison		四分子 tetrad stage		一核期 1-nucleus stage		二核期 2-nucleus stage		四核期 4-nucleus stage		八核期 8-nucleus stage		成熟期 matured stage		正常合計 Total num. of normal embryosac	異常合計 Total num. of abnormal embryosac	總計 Total
	正常 normal	異常 abnormal	正常 normal	異常 abnormal	正常 normal	異常 abnormal	正常 normal	異常 abnormal	正常 normal	異常 abnormal	正常 normal	異常 abnormal	正常 normal	異常 abnormal	正常 normal	異常 abnormal			
50 (μ)	1		1				1										3		3
75	8		2				26	1									36	1	37
100	2			1			16		3								21	1	22
125			2	1	1		2	1									5	2	7

150							1										1		1
200							3								1		4		4
250							4										4		4
300									2								2		2
350									2		2		4		5	4	13	4	17
400											1		3		4	6	8	6	14
450															8	12	8	12	20
500															4	3	4	3	7
550																3		3	3
計 Total																	109	32	141

由第四表可知，於成熟期，無論其胚囊有無異常，胚珠之大小略爲相同，故胚囊雖發生異常但其胚珠仍能繼續正常發育。因此若用胚珠之長度表示胚囊形成之各期，即以不同胚珠長度所引起的胚囊異常之程度而觀察時，亦可明瞭有隨時期之漸進而異常數目亦有增加的傾向。

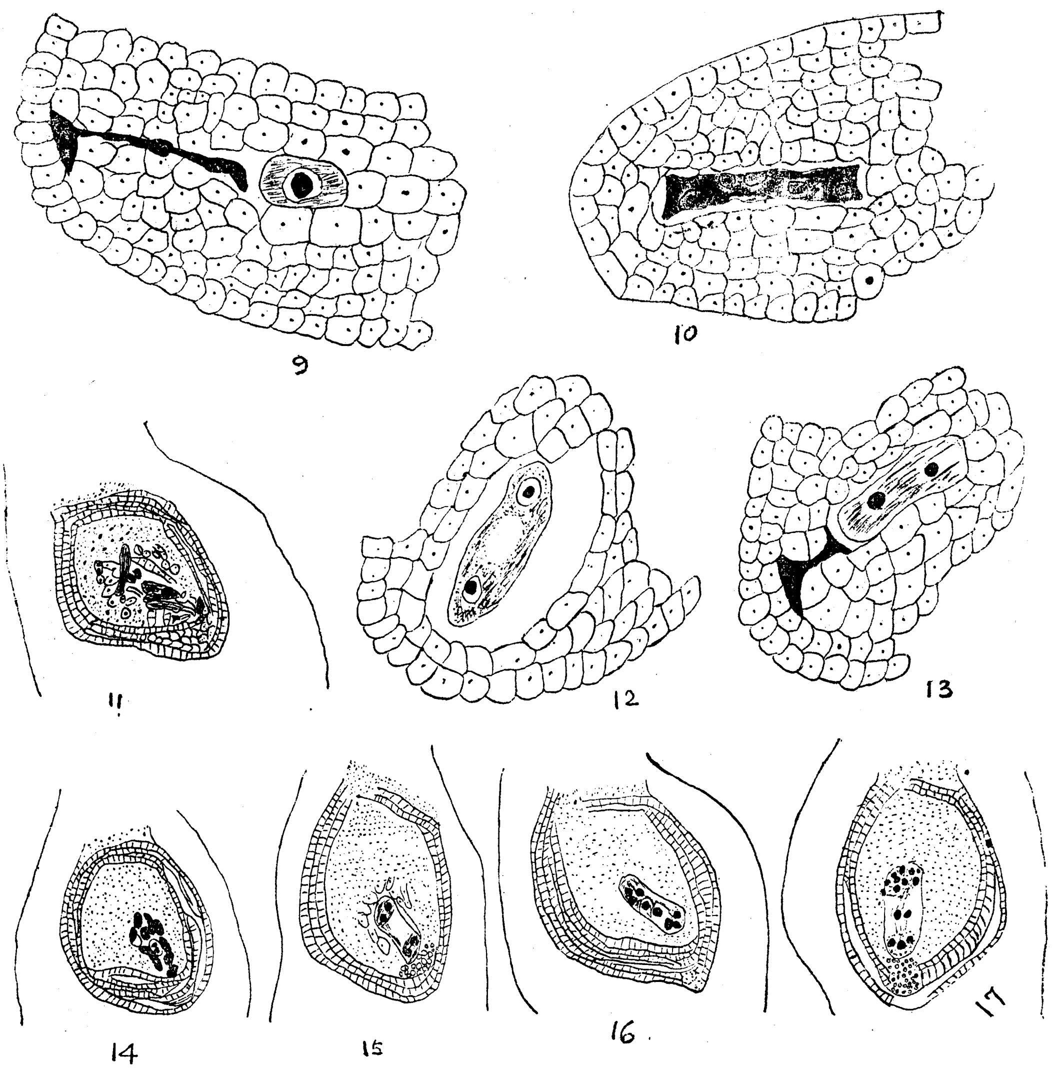
(5) 成熟期胚囊異常之觀察

在72例成熟期之胚囊中，有28例呈異常形態。在同一品種內其異常的程度亦隨胚囊之不同而不同。此種異常呈連續性變異，但爲便利起見，將此異常胚囊分爲如第五表之五個型態。

第五表　成熟期異常胚囊的態型

Table 5. Abnormal embryosac types at matured stage

胚囊異常型 Types of abnormal embryosac	說明 Explanation	胚珠長度 Lth. of Ovule	例數 Num. of cases observed	附圖號碼 Fig. num.
		(μ)		
A	胚囊之空隙由心皮細胞塞滿，退化痕跡不明顯。或在反足細胞的位置上有如由大胞子發育而成的數個細胞。	430	6	fig.18
B	胚囊空隙狹窄，在卵或極核的位置上存有少數如心皮細胞同樣的細胞。	370	2	fig.19
C	在胚囊的空隙內存有數個大型的細胞，且整個胚囊有細胞退化的痕跡，但其反足細胞尚爲完全。	430	1	fig.20
	或胚囊空隙內含有數個細胞，其反足細胞不退化而其他器官退化。	430	4	fig.21
D	在胚囊空隙內含有數個細胞，反足細胞及極核具全，但呈染色異常，似有退化之現象。	460	3	fig.22
	或卵子稍呈染色異常，胚囊正常，胚囊空隙周圍有被色素濃染的退化細胞。	450	1	fig.23
E	在胚囊空隙內含有數個細胞，其反足細胞，極核卵等之位置上有退化塊狀細胞。	460	6	fig.24
	或在胚囊空隙內含有數個細胞，但在其反足細胞位置上有退化細胞之痕跡。	460	5	fig.25



Figs. 9–17 胚囊母細胞之分裂

The division of embryosac mother cells

fig. 9. 正常胚囊一核期 O521 ld-2-3 Normal embryosac; 1-nucleus stage. Ca. ×1000

fig.11. 一核期，呈染色異常的胚囊 O521-1-d-2-3; 1-nucleus stage, with abnormally stained embryosac. Ca. ×300

fig.13. 初期的二核期，有三分子之退化痕跡 O521 ld-2-3; Early 2-nucleus stage showing the trace of degenerated triad Ca. ×1000

fig.15. 四核期，正常胚囊，形成胚囊空隙 O521 ld-2-3 4-nucleus stage; normal embryosac with its cavity. Ca. ×300

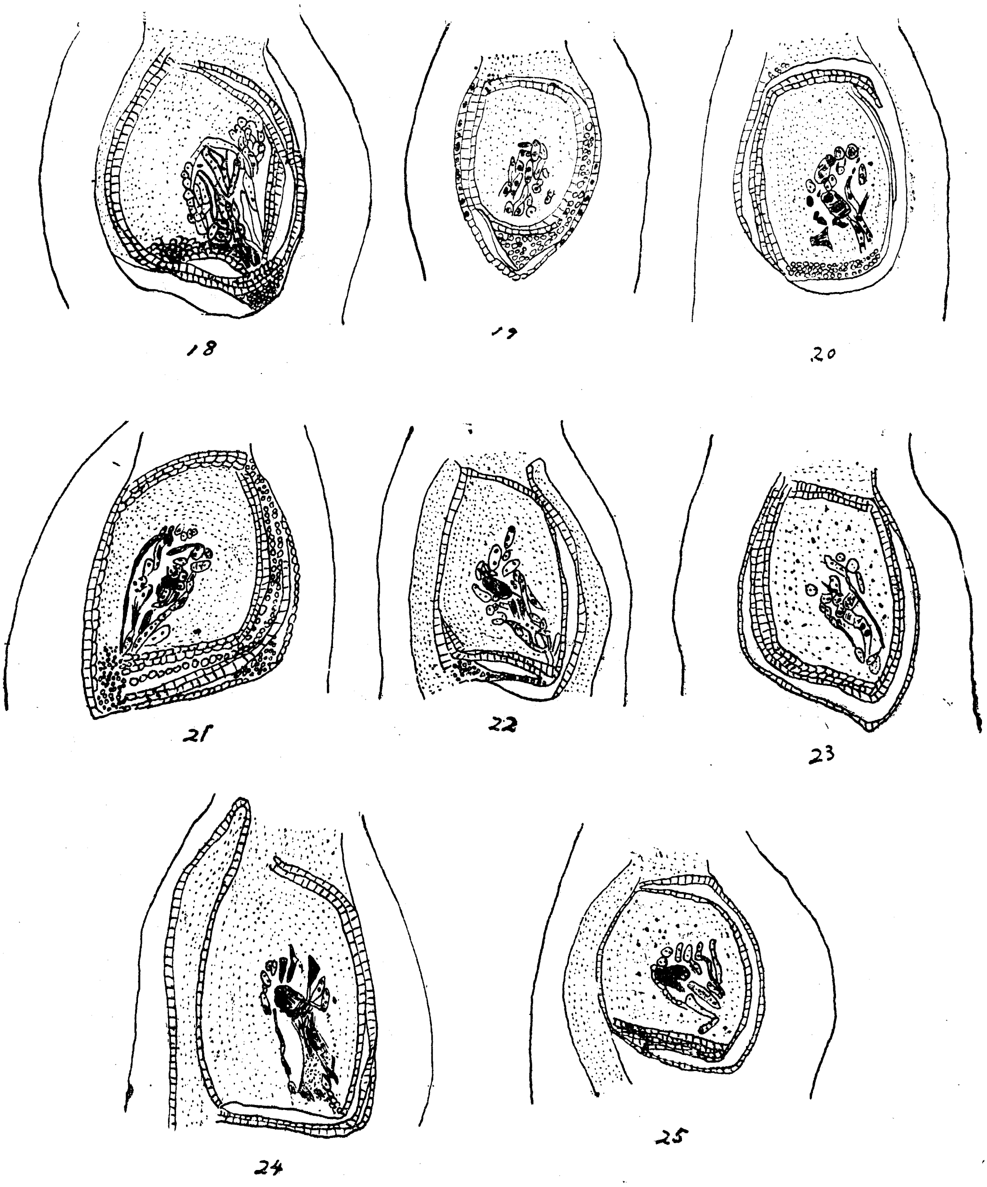
fig.17. 成熟胚囊，各器官已分化 O521 ld-2-2 Matured embryosac, each organ was differentiated. Ca. ×300

fig.10. 異常胚囊四分均退化 J108-3-2-1-23-1-4 Tetrad stage with degenerated embryosac. Ca. ×1000

fig.12. 二核期正常胚囊 O521 ×R1: 2-nucleus stage showing normal embryosac Ca. ×1000

fig.14. 二核期，有退化象徵之異常胚囊 O521-ld-2-3 2-nucleus stage with abnormal embryosac. Ca. ×300

fig.16. 八核期，正常胚囊，八個核將始分化 O521 ld-2-2 8-nucleus stage with normal embryosac: 8 nuclei began to differentiate. Ca. ×300



Figs. 18-25 成熟期之異常胚囊型

Abnormal embryosac types in matured stage.

fig.18. A型， J 108-2-1-2-3-1-4
A type. Ca. × 300

fig.19. B型， O 521 ld-2-3
B type. Ca. × 300

fig.20. C 型， O 521 ld-2-3
C type. Ca. × 300

fig.21. C 型， O 521 ld-2-3
C type. × 300

fig.22. D 型， O 521 ld-2-2
D type. Ca. × 300

fig.23. D 型， O 521 ld-2-3
D type Ca. × 300

fig.24. E 型， J 108-3-2-1-2-3-1-6
E type Ca. × 300

fig.25. E 型， O 521 ld-2-2
E type Ca. × 300

上表A型係退化最顯著者，B型次之，C，D型又次之，E型則退化程度最輕微者。由上述之觀察結果可知，胚囊之異常概發生於四分子形成期以後之各期，而此種異常發生愈早者，於成熟期所現出的異常形態亦愈明顯。

茲將成熟期所現出之各種胚囊異常之頻度示於第六表。

第六表　成熟期胚囊各異常型之頻度

Table 6. Frequency of embryosac types in matured stage

品系 Strains	正常 Normal	異常 Abnormal						總計 Grand total
		A	B	C	D	E	小計 Total	
J 108 3-2-1-2-3-1-4	0	1				2	3	3
O521 ld-2-2	29	1		3	3	1	8	37
O521 ld-2-3	15	4	2	2	1	8	17	32
合計 Total	44	6	2	5	4	11	28	72
百分率 Percentage	61.2%						38.8%	

由第六表可知，總數之38.8%之胚囊發生異常，其中屬於A型，B型及C型者較多。A型異常在胚囊之發生初期發生，C型，E型等則在較後期發生者爲多。

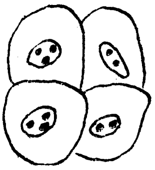
(4) 花粉粒發生的觀察

花粉母細胞之減數分裂後，所形成的四分子概爲正常而並未能發現任何特異的現象。其四個細胞之大小相同，每細胞具有一核並以細胞質充塞(fig. 26)。此期小胞子之直經約爲11μ-1μ2u而各細胞核內所含核仁數目爲1—3個。例如在本研究所觀察的86例中含有3個核仁者有8例，2個核仁者有47例，1個核仁者有31例。形成四分子的各小胞子以後開始分離，不久即進入所謂第一收縮期(木原1942)。此期之小胞子呈不規則形狀，而其直經約爲 20μ-21μ。如 fig 27 所示，此期的花粉膜爲一層，細胞內容物雖被色素濃染，但仍可明顯地認出其細胞核。在細胞核內亦可看出一或二個核仁者。各小胞子與二元體稍同樣，所有的花粉均在此時形成發芽孔，而未能發現無發芽孔的異常花粉。

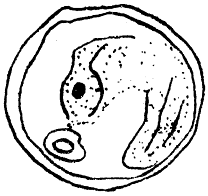
經過第一收縮期之後，花粉粒又恢復球形而生成兩層花粉膜，其平均直經約爲 31μ。此時花粉呈球形內具一核，核仁數目爲1或2個。以後花粉粒突然增加體積，而進入所謂第二收縮期(fig 28)。此期之經過時間似較第一收縮期爲長。此期初時之花粉粒直經長度約爲 34μ，在後期即增爲 37μ。此期花粉內容物之多寡隨花粉之不同而不同，其內容物較少之花粉粒似乎可現爲異常花粉，但因收縮期之觀察較爲困難，故不得明瞭其詳細情形。

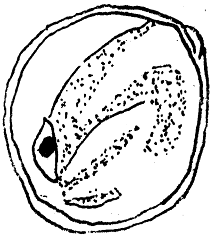
第二收縮期以後，花粉粒又漸呈球形，但暫不增加其體積。正常花粉在此期以後繼續行核分裂而形成二核，但退化花粉則尙保持第二收縮期之狀態，其細胞核不分裂而呈一核之狀態，故在

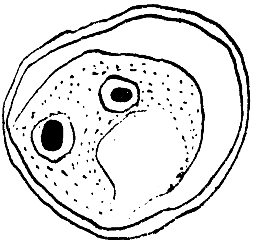
此期可觀察到具有 1 核與二核的花粉（fig 27, 30）。在一核花粉之中可能亦有尚未分裂之正常花粉，但正常花粉概呈大型且具有球形之核仁。在一核花粉中其核仁有呈歪形者，其細胞核有被色素濃染者故可與正常花粉區別。內容物少的花粉呈退化核者較多（fig. 31, 32）。若將內容物較少的花粉視爲異常花粉則全花粉之42%（88個花粉中37個異常）爲異常。

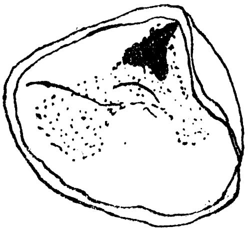

26

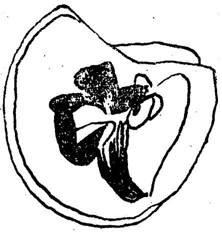
27

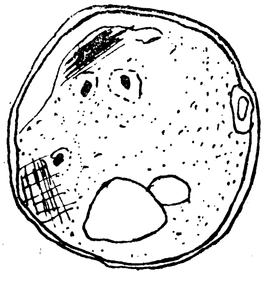

28

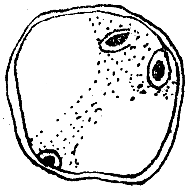

29

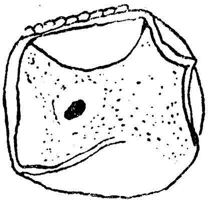

30

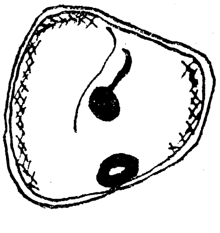

31

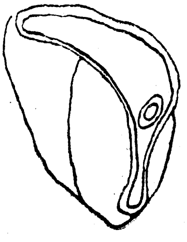

32

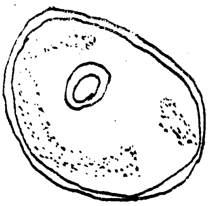

33


34

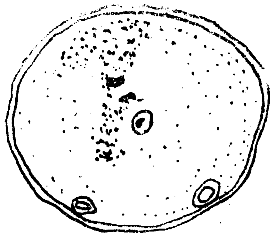

35


36

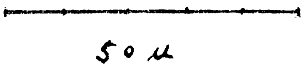

37



38



39



Figs. 26-36 四元體稻之花粉粒

Pollen grains of tetraploid rice

fig.26. 花粉四分子
Pollen tetrad

fig.27. 第一收縮期，花粉膜爲一層
1st contractinge stage possessing one layer of membrane

fig.28. 第二收縮期直前，花粉膜爲二層
Pre-2nd contracting stage possesing 2 layers of membrane

fig 29. 第二收縮期，核退化
2nd contraacting stage with degenereted nucleus

fig.30. 第二收縮期後，具有二個核者
Having 2 nuclei after 2 nd contracting stage

fig 31. 異常花粉，有核退化之痕跡
Abnormal pollen grain having the trace of degenerated nucleus.

fig.32. 異常花粉
Abnormal pollen grain

fig.33. 具有三個核的正常花粉
Normal pollen grain with 3 nuclei

fig 34. 成熟異常花粉，具三核
Matured abnormal pollen grain with 3 nuclei

fig.35. 內容物少的異常花粉
Abnormal pollen having less containt

fig.36, 37, 38. 無內容物的異常花粉
Containtless abnormal pollens

fig.39. 具二個發芽孔的異常花粉
Abnormal pollen with two germ pores

接近成熟期之花粉增加其直徑，同時在其內部，蓄積澱粉質，依澱粉質蓄積之多寡又可將花粉分爲A,B及C之三型。A型代表正常花粉，形狀小而澱粉質含量較少者爲B型，全無內容物者爲C型，今將其比率示於第七表。

第七表 成熟花粉直徑之變異

Table 7. Variation of diameter among pollen grains

品系 Strain	花粉型 Types of pollen \ 花粉直徑 Pollen diameter (μ)	24	26.5	29	31.5	34	36.5	39	41.5	44	46.5	計 Total
0521 ld -2 -2	A						8	27	21	4	1	61
	B				2	4	10	7	1			24
	C	1	3		2	8	4	2				20

Note : Type A: the normal pollen grains
Type B: the abnormal pollen grains with less containt
Type C: the empty pollen grains

由第七表可知，正常花粉之直徑爲 36μ-46μ，而異常花粉則概在 39μ 以下，其直徑略與第二收縮期相同，此可能由於花粉在第二收縮期開始停止發育所致。茲將此等花粉核數之變異示於第八表。

第八表　成熟花粉核數之變異

Table 8. Variaton of the nucleus number in matured pollen grains

品系 Strain	花粉型 Types of pollen ＼ 核數 Num. Of nucleus	0	1	2	3	不明 Obscurity
O521 Id -2 -2	A		1	3	13	10
	B		6			1
	C	10	4			

註：　ABC型與第七表同

Note: ABC types are the same as table 7.

正常花粉因含有多量澱粉質故可明顯認出的花粉核較少，但就一般而言均具三核，其中亦有二核者(fig. 33,34)。澱粉質少而形狀較小之異常花粉則可容易觀察其花粉核。此種異常花粉大多數僅具一核，核內之核仁呈膨漲現象(fig.35), 此種現象可謂因在第二收縮期以後停止核分裂所致。無內容物之花粉（如 fig.36, 37, 38)收縮而呈不規則之狀態，有時在其核內可看到退化之痕跡。此外曾發現到內部含有澱粉質而有兩個發芽孔之大型花粉(Giant pollen)(fig. 39.)。

總之，四元體稻之花粉粒在其發生初期並無異常現象之發生，但到第二收縮期以後有一部分花粉開始退化。此種退化花粉並不行核分裂而保持第二收縮期之狀態，或雖恢復球形，但僅形成少量之澱粉質。

四、討　　　　論

據盛永及福島(1937)兩氏之觀察結果認爲四元體稻於胚囊母細胞分裂後，能行正常發育之大胞子，僅爲總數之 3/5 (87/149)，而 2/5 之大胞子均在四分子形成後退化。在此期未退化之胚囊母細胞除少數例子而外，概形成正常的胚囊。但據筆者等之觀察結果，胚囊母細胞形成四分子後，（即一核期以前）退化者，在減數分裂 22 例中有 1 例，於減數分裂後 53 例中僅有 4 例，在成熟時期之胚囊 72 例中有 28 例，此期中含 2/5 之比率。綜上觀之，胚囊之退化自一核期以後至成熟期中仍逐次發生，此與盛永等之所見稍有不同。又據氏等之觀察結果謂，胚囊發生過程中有退化現象者其子房及胚珠仍與正常者同樣繼續發育。筆者等亦曾對此現象加以觀察，因以胚珠之大小表示不同各期，求其胚珠大小與異常胚囊頻度之關係時可知愈近於成熟者其異常亦有愈增加之傾向，在筆者所有研究材料之範圍內，無異常胚囊均於一核期以後發生，然後隨時期之漸進其頻度亦逐增加。

在成熟期之胚囊，可看到種種之異常型，其中最顯著者胚囊全無空隙而由心皮細胞充滿，或

有被色素濃染之退化痕跡（A，B型），此等可認爲於一核期以前卽行退化者，其他有不能看到正常極核(Polar nuclei)或卵子(Egg)而可看出數個較大型的遊離細胞塊者，或於其周圍有被色素濃染之退化痕跡(C，D型)者。由胚囊空隙的存在可知，大胞子乃因繼續分裂而成者，如此不難推測其異常之發生似乎起於胚囊發生之比較後期。

盛永氏等亦曾觀察到屬於 A，C，E 等型之異常胚囊。據氏等報告，曾發現三個極核之異常胚囊，但筆者等並未發現此類現象。

謝[4] (1953) 亦曾用同樣材料觀察花粉母細胞染色體之行動，結果認爲，大部分的花粉母細胞在第一後期(lst anaphase) 染色體之分離就數目上爲正常， 而一價染色體數不過僅爲全體之三分之一。雖未能充分觀察胚囊母細胞之分裂情形，設其分裂與花粉母細胞同樣則大部分大胞子應具正常數目之染色體。因此等材料爲同源四元體，故不能說明配偶子的退化係因減數分時染體之轉換 (Reciprocal translocation) 所致。

另外筆者亦觀察，花粉粒發生之情形，雖因品種不同而稍有差異，但表示正常形狀的花粉率約爲60—80%。花粉粒在形態上呈異常現象者概發生於後期，卽於第二收縮期以後爲多。如此異常能現象起於配偶子發生之比較後期者居多，其原因似乎非由配偶子內染色體數目上之差異，可由於遺傳子型在四元體的適應性之不足所致。同源四元體稻並不能完全固定，後代甚易分離，其原因不明，需待今後繼續研究。

另方面，本研究所用材料的平均結實率約爲33%，此百分率較於成熟時之形態上正常的胚囊比率低，此原因一方面可說因花粉之授精機能不良，另一方面亦可說胚囊或花粉粒在形態上雖正常，但其機能並不正常之緣故。

結實率雖因品種不同而有顯著的差異，但正常花粉率概無多大差異，就此點而言，若正常胚囊率亦與花粉粒呈同樣情形，卽四元體稻不稔性之原因可能由於授粉或受精之失敗，或由於其受精後所成接合體 (Zygote) 退化等，生理上之原因所起。

五、摘　　要

1. 本研究係觀察四元體稻之胚囊，與花粉粒之發生以及考察胚囊與花粉粒發生之異常對植物不稔性之關係等。
2. 四元體稻胚囊發生之異常均於一核期以後開始，其後隨時期之進行，異常之頻度亦漸增加。
3. 成熟期之胚囊有各種異常型，而其異常程度顯著者概發生於初期，輕微者概發生於後期。
4. 成熟期之異常胚囊比率在本研究所用之同源四元體稻內約爲 2/5，較不稔率爲低。
5. 花粉粒之退化均發生於比較後期，卽於第二收縮期以後，始能看得清楚，其正常花粉率較結實率爲高。

六、參 考 文 献

1. 木原均　平吉功 1942. 稻花粉の發達農及園 17 (6) 685-689 (昭和 17 年)
2. Morinaga T. and Fukushima E., 1937. Cyto-genetical Studies on Oryza sativa L Ⅲ. Spontaneous autotetraploid mutants in Oryza sativa L. Jap. Jour. of Botany Vol. Ⅸ P. 71.
3. 劉禮章　臺灣省立農學院畢業論文 1951. 四元體稻畸型花的初步研究。
4. 謝順景　1953. 四元體稻染色體行動的研究 農業研究 3(3)1-15
5. Trada S. 1928. Embryological Studies in Oryza sativa L. Jour. of the College of Agr. Hokkaido Imp. Univ. Vol. XIX P. 41.
6. 楊立炯　1947. 稻之胚胎發育及授精之研究　中華農學會報 185

STUDIES ON THE DEVELOPMENT OF EMBRYOSAC AND POLLEN GRAIN IN TETRAPLOID RICE

By

W. T. Chang and S. C. Hsieh

Summary

1. The present paper deals with the development of embryosac and pollen grain in tetraploid rice which was observed in order to gain information on the cause of sterility of tetraploid rice.
2. Deterioration was found to become visible at one nucleus stage (after the collapse of outer three cells of an embryosac tetrad) and seemed to increase with the progress of stage.
3. At the time of maturation, different types of irregularities were found ranging from such that the embryosac cavity was filled by nucellar cells to nearly normal ones. The higher the degree of change, the earlier the stage of beginning of deterioration.
4. At the time of heading, abnormal embryosacs were found in about $^2/_5$ of those observed. This ratio is much lower than the percentage of sterile seed. Since the assortment of chromosomes seems to be numerically normal in a greater part of cells, the sterility in tetraploid plants may be due mainly to some physical disturbances.
5. In the course of microsporogenesis, degeneration of pollen grain was found to increase after the second contraction stage. Good pollen percentage was higher than the percentage of fertile seed.